

**ANALIZA USLOVA I MODELOVANJE EVAKUACIJE BLOKA F FAKULTETA  
TEHNIČKIH NAUKA****CONDITIONS ANALYSIS AND EVACUATION MODELING OF BLOCK F AT THE  
FACULTY OF TECHNICAL SCIENCES**Dušan Smiljanić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – UPRAVLJANJE RIZIKOM OD  
KATASTROFALNIH DOGAĐAJA I POŽARA**

**Kratak sadržaj** - U okviru istraživanja sprovedena je analiza uslova evakuacije, kreiran je model evakuacije i sprovedena je simulacija evakuacije iz Bloka F, Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu, u slučaju požara. Cilj rada je da se, putem komparativne analize rezultata dobijenih softverskim modelom (Pathfinder) i analizom ispunjenosti tehničkih zahteva bezbedne evakuacije, ustanove nedostaci i formuliše predlog mera za unapređenje bezbednosti od požara i uslova evakuacije Bloka F Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu.

**Ključne reči:** evakuacija, simulacija evakuacije, bezbednost od požara, uslovi evakuacije.

**Abstract** - Through this research paper an analysis of the evacuation conditions was carried out, an evacuation model was created as well as the evacuation simulation of Block F, Faculty of Technical Sciences in Novi Sad. The aim of the research was to establish shortcomings through a comparative analysis of the results obtained by the software model (Pathfinder) and to formulate a measures to improve fire safety and evacuation conditions of Block F based on analysis of the technical requirements implemented for safe evacuation.

**Keywords:** evacuation, evacuation simulation, fire safety, evacuation conditions.

**1. UVOD**

Prilikom projektovanja i izgradnje objekta, koji se gradi prema zakonu koji uređuje oblast planiranja i izgradnje, mora se obezbediti ispunjenost osnovnih zahteva zaštite od požara tako da se u slučaju požara [1]:

- Očuva nosivost konstrukcije tokom određenog vremena,
- Spreči širenje vatre i dima unutar objekta,
- Spreči širenje vatre i dima na susedne objekte,
- Omogućiti sigurna i bezbedna evakuacija ljudi.

Ukoliko dođe do požara brza i bezbedna evakuacija osoba je od velikog značaja za njihovu sigurnost.

Zaštita od požara ostvaruje se [1]:

1. Organizovanjem i pripremanjem subjekata zaštite od požara za sprovođenje zaštite od požara,

2. Obezbeđivanjem uslova za sprovođenje zaštite od požara,
3. Preduzimanjem mera i radnji za zaštitu i spasavanje ljudi, materijalnih dobara i životne sredine prilikom izbijanja požara,
4. Nadzorom nad primenom mera zaštite od požara.

Cilj rada je, da se na osnovu komparativne analize rezultata dobijenih putem softverskog modela (Pathfinder) i analize ispunjenosti tehničkih zahteva za bezbednu evakuaciju, formuliše predlog mera za unapređenje bezbednosti od požara i uslova evakuacije Bloka F Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu.

**2. POŽARI U OBRAZOVNIM OBJEKTIMA**

Požari u obrazovnim objektima, studentskim domovima i drugim objektima gde boravi ili se okuplja veći broj lica nisu tako česta pojava u 21. veku. Međutim, uprkos napretku tehnologije i pooštavanju propisa, požari u ovim objektima nisu sasvim eliminisani.

Prema istraživanju požara u obrazovnim objektima u Cirihi [2] otkriveno je da je 480 osnovnih i srednjih škola pretpelo požare u 2019. godini. Pregledom 1.000 škola otkriveno je da dve trećine škola ne ispunjava uslove za zaštitu od požara. Kao rezultat toga, požari su kod skoro 20.000 školske dece imali negativan uticaj na obrazovanje.

Dalja analiza podataka [2] pokazuje da je oštećeno 15.000 m<sup>2</sup> učioničkog prostora tokom požara u 271 osnovnoj i 209 srednjih škola.

Vatrogasne jedinice su pozvane na skoro 2.000 školskih požara samo u Engleskoj u poslednje tri godine. Kao glavni uzrok požara identifikovano je namerno paljenje, dok su drugi uzroci požara bili [2]:

1. Oprema za kuvanje,
2. Neoprezno rukovanje izvorima toplote,
3. Oprema za grejanje,
4. Električna i rasvetna oprema.

**3. POŽARNE STEPENICE**

Značajnu ulogu u bezbednoj evakuaciji imaju požarna stepeništa, koja su u našoj zemlji obavezna samo u visokim zgradama i u zgradama posebno ugroženim od požara.

Požarne stepenice su se prvi put pojavile u Engleskoj u 18. veku. Godine 1784. Danijel Maseres iz Engleske izumeo je mašinu nazvanu bezbednosne stepenice (*Slika 1*) koje su bile pričvršćene za prozor i tako omogućile čoveku da se spusti na ulicu bez povreda [3].

**NAPOMENA:**

**Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila prof. dr Mirjana Laban.**



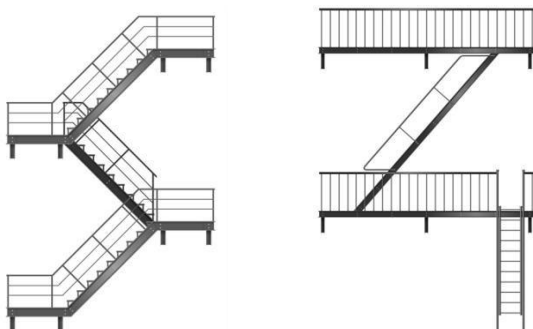
Slika 1: Izgled prvih požarnih stepenica (lestvi)

Savremene požarne stepenice kakve danas poznajemo pojavile su se krajem 19. veka u Njujorku [4].

Kako se svetska urbanizacija ubrzava, izgradnja visokih zgrada postala je uobičajena praksa. Visoke zgrade moraju biti projektovane tako da ispunjavaju sve bezbednosne standarde.

Požarne stepenice (Slika 2a i Slika 2b) se sastoje od više horizontalnih platformi, po jedna na svakom spratu zgrade, sa stepenicama koje ih povezuju. Platforma i stepenice su obično otvorene čelične rešetke, kako bi se sprečilo nakupljanje leda, snega i lišća.

Požarne stepenice igraju ključnu ulogu u zaštiti od požara različitih tipova zgrada, uključujući škole, fakultete, hotele, stanove i javne zgrade.



Slika 2a i 2b: Skica čeličnog požarnog stepeništa

#### 4. LOKACIJA I OPIS OBJEKTA

U studiji slučaja analiziran je objekat – Blok F (Slika 3), jedna od ukupno pet zgrada (Табела 1) Fakulteta tehničkih nauka, Univerziteta u Novom Sadu.



Slika 3: Predmetni objekat

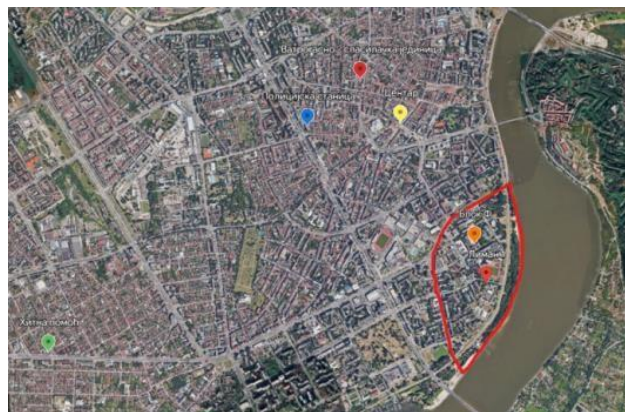
Objekat se nalazi u Novom Sadu, na gradskom području Liman I, udaljen od centra svega 1.1km. Na slici (Slika 4) prikazan je položaj objekta u odnosu na bitne službe - Policijsku stanicu (udaljenost 2km), Vatrogasno spasilačku jedinicu (udaljenost 2.7km) i Hitnu pomoć (udaljenost 4.2km).

Objekat je spratnosti Su+Pr+3. Visina poda poslednje etaže u odnosu na okolni teren ne prelazi 30m, tako da objekat ne pripada grupi visokih objekata.

Glavni ulaz (Slika 5a) u objekat je iz ulice Vladimira Perića Valtera preko pasarele dužine 14m i širine 3,8m iz bloka Amfiteatar (Slika 5b).

Tabela 1: Blokovi FTN-a, površine i broj osoba

Naziv bloka	Površina [m <sup>2</sup> ]	Broj osoba
Blok F	4560	556
Blok Amfiteatri	3500	1200
Blok ITC	2180	285
Nastavni blok	5500	2526
Blok Kula	3025	316



Slika 4: Položaj objekta u odnosu na hitne službe

U suterenu objekta nalazi se AKUD Univerziteta u Novom Sadu „Sonja Marinković“ i Kafe Sonja. Suterenski nivo ima zaseban ulaz (Slika 5a) iz ulice Dr Ilije Đuričića, sa nivoa okolnog terena, preko pristupnog stepeništa.



Slika 5a: Glavni ulaz u objekat ulaz u suterenski deo



Slika 5b: Glavni ulaz u Blok F, pasarela iz bloka amfiteatar

Prizemni nivo objekta sadrži računarske laboratorije, učionice, kancelarije, kabinete profesora i prateće prostorije.

Na spratovima se nalaze učionice, računarske laboratorije i kabineti sa pratećim sadržajima.



Evakuacioni putevi su širine veće od propisanih 1,2m, a takođe i širina stepenišnog kraka nije manja od 1m. Hodnici u prizemlju i I spratu su prohodni i bez nekih većih prepreka osim klupa pored učionica, dok su hodnici na II i III spratu zakrčeni (*Slika 6a i Slika 6b*) sa raznim stvarima poput ormara iz laboratorija i kabineta, stolica i stolova iz učionica, saksija sa cvećem itd. Postavljeni predmeti smanjuju širinu evakuacionih puteva, što uzrokuje usporavanje evakuacije.



Slike 6a i 6b: Prepreke u hodniku

U objektu postoji pet krajnjih izlaza od kojih su samo dva u redovnoj upotrebi - pasarela ka Bloku amfiteatara i krajnji izlaz iz kluba Sonja. Ostali izlazi nisu u funkciji jer su njihovi delovi zatvoreni i od njih su napravljene kancelarije i ostave. K

apacitet objekta je 556 osoba koje bi trebalo, u slučaju požara, što brže evakuisati. Na krajnjem izlazu preko pasarele postoje vatrootporna vrata ali za kapacitet objekta (prizemna etaža i spratovi) i broj osoba, koje bi se u slučaju požara uputilo na njih, ona nemaju dovoljnu propusnu moć i došlo bi do zagušenja u toku evakuacije.

## 5. MODELOVANJE EVAKUACIJE

Modeli simulacije evakuacije pružaju projektantu mogućnost dobijanja grafičkih informacija o mestima formiranja uskih grla, i takođe olakšava odabir mera koje bi se mogle implementirati na objektu kako bi se smanjilo vreme potrebno za evakuaciju.

Primenom softverskog alata Pathfinder, namenjenog za izradu simulacija evakuacije, izvršeno je računsko modelovanje evakuacije.

Pathfinder podržava dva režima kretanja u simulaciji. U upravljačkom režimu (steering mode), akteri koriste sistem za upravljanje da bi se kretali. Ovaj režim pokušava da oponaša ljudsko ponašanje i kretanje. U SFPE režimu akteri ne pokušavaju da izbegnu jedan drugog i dozvoljeno im je da se prepliću, ali vrata nameću granicu protoka, a brzina se kontroliše gustinom.

Prema Pravilniku o tehničkim normativima za zaštitu od požara stambenih i poslovnih objekata i objekata javne namene [5] usvojena je brzina hoda po ravnom 1,5 m/s.

U Pathfinder-u je kreiran model evakuacije i urađena je simulacija u cilju dobijanja što realnijih rezultata.

Analizirana su dva scenarija:

**Scenario 1** - očekivani scenario (realan scenario),

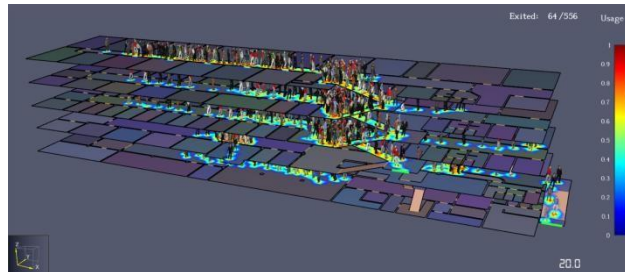
**Scenario 2** - poželjni scenario (odnosi se na unapređeno stanje, modelu dodato spoljašnje stepenište kao predložena mera za unapređenje).

Analizirani scenariji se razlikuju po broju krajnjih izlaza iz objekata i samim tim po broju aktera koji se upućuju na određene izlaze.

### 5.1. Scenario 1

Scenario 1 prikazuje evakuaciju korisnika objekta u kojoj se korisnici svih etaža istovremeno aktiviraju (*Slika 7*).

Maksimalan broj osoba u objektu (zaposleni, studenti, drugi korisnici) iznosi 556. Svi korisnici objekta se evakušu prema postojećem Planu evakuacije i vreme dobijeno za evakuaciju je 3,63 min (217,8 sekundi).



Slika 7: Evakuacija prema I scenariju

Na slici (*Slika 7*) vidimo da je prošlo 20s od početka evakuacije i da su se 64 osobe evakuisale, takođe vidimo da je došlo do velikog zagušenja na glavnom stepeništu preko koga se vrši evakuacija sa spratova (I, II i III sprata).

U slučaju da dođe do požara i do zadimljavanja na evakuacionom putu, potrebno je otvoriti ili izvršiti razbijanje prozora na hodnicima i glavnom stepeništu.

U slučaju da je izlaz iz objekta preko pasarele onemogućen, neophodno je koristiti nužni izlaz - stepenište sa predprostorom koji povezuje prizemnu i suterensku etažu i vodi kroz prostorije kluba „Sonja“ ka glavnom izlazu u suterenu i napolje ka bezbednom mestu BM2.

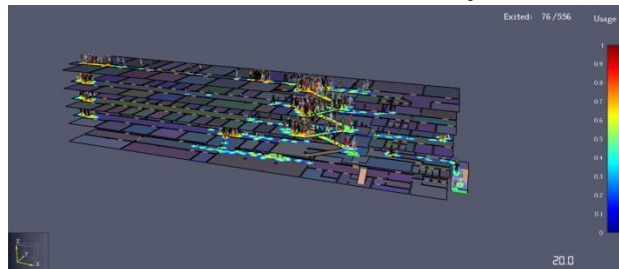
Da bi se omogućila brza i efikasna evakuacija iz Bloka F, kao i alternativni put evakuacije, potrebno je izgraditi spoljašnje požarno stepenište na istočnoj fasadi objekta (prema Pravnom fakultetu).

Da bi se skratio put evakuacije i rasteretili putevi evakuacije kroz Blok Amfiteatri potrebno je izgraditi spoljno pomoćno stepenište koje bi vodilo sa nivoa pasarele direktno na prizemni nivo, u dvorište ili ispred objekta.

### 5.2. Scenario 2

Za potrebe drugog scenarija u okviru modela kreirano je spoljno požarno stepenište koje je dosta uticalo na brzinu evakuacije i na skraćenje puta evakuacije.

Scenario 2 prikazuje evakuaciju korisnika objekta u kojoj se korisnici svih etaža istovremeno aktiviraju (*Slika 8*).



Sl 8: Evakuacija po II scenariju preko glavnog stepeništa

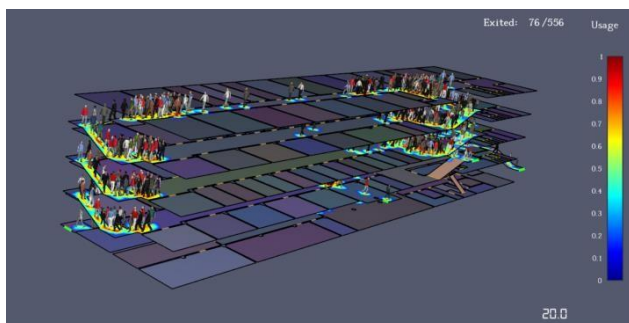
Maksimalan broj osoba u objektu (zaposleni, studenti, drugi korisnici) iznosi 556. Postupak evakuacije za drugi scenario sa I, II i III sprata, prizemlja i suterena Bloka F se izvodi isto kao i u prvom scenariju samo što se sada određenom broju aktera dodeljuje da ide i na spoljno

stepenište (Slika 9). Vreme dobijeno za evakuaciju ljudi je 2,69 min što predstavlja dosta bolji ishod jer se vreme evakuacije smanjilo skoro za 1 minut (56,5 sekunde).

Na slikama (Slika 8 i Slika 9) vidimo da je prošlo 20s od početka evakuacije i da je se 76 osoba evakuisalo, što je za 12 osoba više nego u istom momentu u scenariju 1.

Ukupan broj aktera koji se evakuisao spoljnim požarnim stepeništem sa I, II, III sprata i prizemlja je 130.

Stvarala su se manja zagušenja i manji čepovi na krajnjim izlazima i na stepenicama. U odnosu na prvi scenario sada se jedan deo aktera kretao kroz bezbedan prostor (spoljnim požarnim stepenicama) i brže su došli do bezbednog mesta.



Slika 9: Evakuacija prema II scenariju gde se ide i na spoljno stepenište

## 6. ZAKLJUČAK

U radu je sprovedena kontrola bezbednosti od požara, kreiran je model evakuacije i sprovedena je simulacija u cilju dobijanja što realnijih rezultata.

Prilikom testiranja modela evakuacije iz objekta izvedeno je 6 simulacija. Od ukupnog broja urađenih simulacija izabrane su dve simulacije kod kojih su margine za trajanje evakuacije velike. Prva simulacija (scenario 1) prikazuje realno stanje, pri čemu je simulacija evakuacije urađena prema postojećem stanju i planu evakuacije, dok druga simulacija (scenario 2) prikazuje unapređeno stanje objekta kome je u okviru modela dograđeno spoljno požarno stepenište koje se nalazi na istočnoj fasadi objekta.

Upoređujući vremena evakuacije koje smo dobili u prvom i drugom scenariju vidimo da je poslednjoj osobi, u scenariju 1, bilo potrebno 217,8 sekundi dok u scenariju 2 poslednjoj osobi da se evakuše bilo je potrebno 161,3 sekunde što je za 56,5 sekundi manje nego u scenariju 1. S tim u vezi zaključuje se da je evakuacija po scenariju 2 poželjnija, ali nije moguća jer ne postoji spoljno požarno stepenište.

U objektu postoji pet krajnjih izlaza od kojih su samo dva u upotrebi. Preporuka je da se svi krajnji izlazi oslobode i da budu dostupni korisnicima za potrebe evakuacije ukoliko do nje dođe.

U cilju skraćivanja puta i vremena evakuacije kao i rasterećenja puta evakuacije (pasarele) potrebno je izgraditi spoljašnje pomoćno stepenište koje bi vodilo sa nivoa pasarele direktno na prizemni nivo objekta, u dvorište.

Preporučuju se, jednom godišnje, vežbe evakuacije svih korisnika objekta (studenata, zaposlenih i drugih korisnika), a takođe i edukacija o opasnosti od požara i o postupcima i ponašanju ukoliko do istog dođe.

## 7. LITERATURA

- [1] Zakon o zaštiti od požara („Službeni glasnik RS“, broj 20/2015), [https://www.paragraf.rs/propisi/zakon\\_o\\_zastiti\\_od\\_požara.html](https://www.paragraf.rs/propisi/zakon_o_zastiti_od_požara.html) , Pristupljeno 20.08.2023
- [2] 40schools a month hit by fires, <https://www.zurich.co.uk/media-centre/40-schools-a-month-hit-by-fires> , Pristupljeno 23.08.2023
- [3] The History Of Fire Escapes, <https://www.eastcoastfireescapes.com/the-history-of-fire-escapes/> , Pristupljeno 23.08.2023
- [4] The Invention of the Fire Escape, <https://americacomesalive.com/the-invention-of-the-fire-escape/> , Pristupljeno 23.08.2023
- [5] Pravilnik o tehničkim normativima za zaštitu od požara stambenih i poslovnih objekata i objekata javne namene („Službeni glasnik RS“, broj 22 od 28. marta 2019), <https://www.paragraf.rs/propisi/pravilnik-tehnickim-normativima-zastitu-pozara-stambenih-poslovnih-objekata-objekata.html> , Pristupljeno 24.08.2023

### Kratka biografija:



**Dušan Smiljanić**, rođen je u Šapcu, Republika Srbija, 1999. godine. Osnovne studije na Fakultetu tehničkih nauka, Novi Sad, smer Upravljanje rizikom od katastrofalnih događaja i požara završio je 2022. godine.

Email: [dukarelli99@gmail.com](mailto:dukarelli99@gmail.com)